



## PROCESOS DE REGENERACIÓN VEGETAL EN COMUNIDADES INCENDIADAS (PREPIRINEO OSCENSE)

F. Pérez-Cabello y P. Ibarra

*Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza.*

**Resumen.** Se analizan los procesos de reconstrucción de comunidades vegetales del Prepirineo oscense afectadas por incendios forestales a mediados de la década de los ochenta. Los resultados muestran la enorme resiliencia de estas comunidades, salvo las que sustituyen a las comunidades de *Pinus sylvestris*.

**Palabra Claves:** Prepirineo occidental, comunidades mediterráneas, incendio forestal, regeneración postincendio.

**Abstract.** The processes of reconstruction of vegetal communities of the PrePyrenean of Huesca affected by forest fires in the middle of the Eighties are analyzed. The results show the enormous resilience of these communities, except for which they replace the communities of *Pinus sylvestris*.

**Key words:** Western pre-Pyrenees, Mediterranean communities, forest fire, regeneration.

### Introducción

El Prepirineo occidental oscense es uno de los sectores más seriamente afectados por la problemática ligada a los incendios forestales. Testimonio de ello son las cerca de 24.000 has calcinadas entre 1974 y 1999 -constituyeron el 50% de la superficie afectada en la provincia de Huesca y el 14,12% del total de Aragón para ese mismo periodo- (Pérez-Cabello, 2002). Dada la magnitud del problema, en los últimos años el Departamento de Geografía de la Universidad de Zaragoza ha llevado a cabo una serie de proyectos de investigación con el propósito de conocer las consecuencias ambientales derivadas de estos fenómenos. Concretamente en este trabajo se caracterizan las diferencias en los procesos de regeneración de comunidades representativas de la vegetación prepirenaica.

Las zonas incendiadas analizadas se inscriben en el complejo montañoso que constituyen las estribaciones meridionales del Pirineo occidental aragonés; se trata de una franja de terreno de unos 1500 km<sup>2</sup> comprendida entre las localidades de Huesca y Jaca, en el sector occidental de la provincia de Huesca.

Climáticamente este sector presenta un carácter submediterráneo con diferentes grados de continentalidad. Desde el punto biogeográfico destaca la compleja situación del área de estudio, acomodándose a un complejo espacio-bisagra entre la región Eurosiberiana al Norte y la Mediterránea al sur. Concretamente las comunidades seleccionadas para el análisis son las siguientes: Los quejigares (*Buxo-Quercenion pubescenti-petraeae*) representan la vegetación climática del ámbito prepirenaico. Los carrascales ocupan los ambientes xerofíticos del piso

montano, constituyendo una variante de ambientes secos de *Buxo-Quercetum rotundifoliae* (*Quercetum rotundifoliae* subas. *Buxetosum*). Los pinares albares (*Buxo-Quercetum pubescentis pinetosum pyrenaicae*) son propios de ambientes montanos continentalizados, mientras que los de *Pinus halepensis* caracterizan los sectores más cálidos y secos de la Depresión de La Peña. Las fruticedas de boj (*Buxus sempervirens*), se corresponden con diferentes etapas de degradación de las comunidades de quercíneas subesclerófilas y coníferas de la zona de estudio y se integran en *Amelanchiero-Buxenion*.

Se parte de la hipótesis de que el carácter sub-mediterráneo de las comunidades prepirenaicas, la mayoría dotadas con sistemas preadaptados al fuego en las que dominan las especies retoñadoras, determina que las formaciones que colonizan las zonas quemadas guarden una estrecha relación con las de partida. De este modo las características de estas últimas constituyen el factor con mayor capacidad explicativa del proceso de restauración vegetal. A este proceso de regeneración, aceptado en términos generales en los ecosistemas mediterráneos (Papió, 1988; May, 1991) se le denomina autosucesión (Hanes, 1971). En los trabajos de Naveh (1990); Trabaud (1990, 1998, 2002); Tárrega y Luis-Calabuig (1987, 1989); Vera de la Fuente (1994); Badía *et al.*, (1995) se describe este fenómeno, concluyéndose que la regeneración posterior al fuego en estos medios se asemeja a un proceso de autosucesión compensatorio a la regresión sufrida.

## 1. METODOLOGÍA

La metodología empleada consiste en analizar las características fisionómicas y las nuevas relaciones de dominancia que se establecen entre los principales taxones de las comunidades consideradas, identificando patrones comunes de respuesta y analizando sus relaciones con la vegetación preexistente. Así se puede llegar a diferenciar la rapidez de cicatrización (Gordon y Poissonet, 1973) de las diferentes comunidades, en términos de grado de dificultad para volver a su estado anterior al impacto en condiciones naturales. Para ello, se han seleccionado áreas test en las superficies calcinadas entre 1985 y 1986 que se representan en la Fig. 1; en Pérez-Cabello (2002) se recoge la metodología empleada para la detección y cartografía de los incendios más importantes. Cada área test está formada por un sector quemado y un sector no quemado o control con las mismas características físicas. Los sectores control se localizan próximos al perímetro del incendio o en pequeñas isletas interiores no afectadas por el fuego. Los sectores quemados se han seleccionado con niveles de intensidad de fuego similares y sin que hayan sufrido grandes modificados por repoblaciones, pastoreo, etc. En total se han prospectado 39 áreas test: 9 zonas de quejigar, 8 de encinar, 7 de pinar de silvestre, 7 de pinar de carrasco y 8 de fruticedas dominadas por el boj. Posteriormente, se realizaron (verano de 1999) 78 inventarios florísticos incorporando el análisis por estratos de BERTRAND (1966). Se estima el porcentaje de recubrimiento de cada especie en relación con la superficie del inventario y con la del estrato donde se sitúa.

A partir de ahí, se realizan análisis descriptivos de la respuesta vegetal diferenciando por estratos y comunidades, calibrando el grado de recuperación de las comunidades afectadas en relación con dos variables sintéticas: el índice de variación en las relaciones de dominancia interespecie (**IVD**), y el índice de variación fisionómica (**IVF**). El primero computa, en cada comunidad, las diferencias entre los sectores control y quemado en relación con el porcentaje de ocupación de las principales especies. El segundo registra las diferencias en el porcentaje de

recubrimiento de los diferentes estratos. La expresión matemática se presenta en los siguientes términos:

$$\alpha = \frac{\sum_{n=1}^5 (Eq_n - Et_n) * 100}{n}$$

$$IVF = \text{prom} \sum_{n=1}^n \alpha$$

$$\alpha = \frac{\sum_{n=1}^5 (Tq_n - Tt_n) * 100}{n}$$

$$IVD = \text{prom} \sum_{n=1}^n \alpha$$

Donde  $Eq_n$  y  $Et_n$  son los porcentajes de recubrimiento por estrato de los sectores quemados y control, respectivamente, y  $Tq_n$  y  $Tt_n$  los porcentajes de recubrimiento de la especie T en los sectores quemados y control, respectivamente.

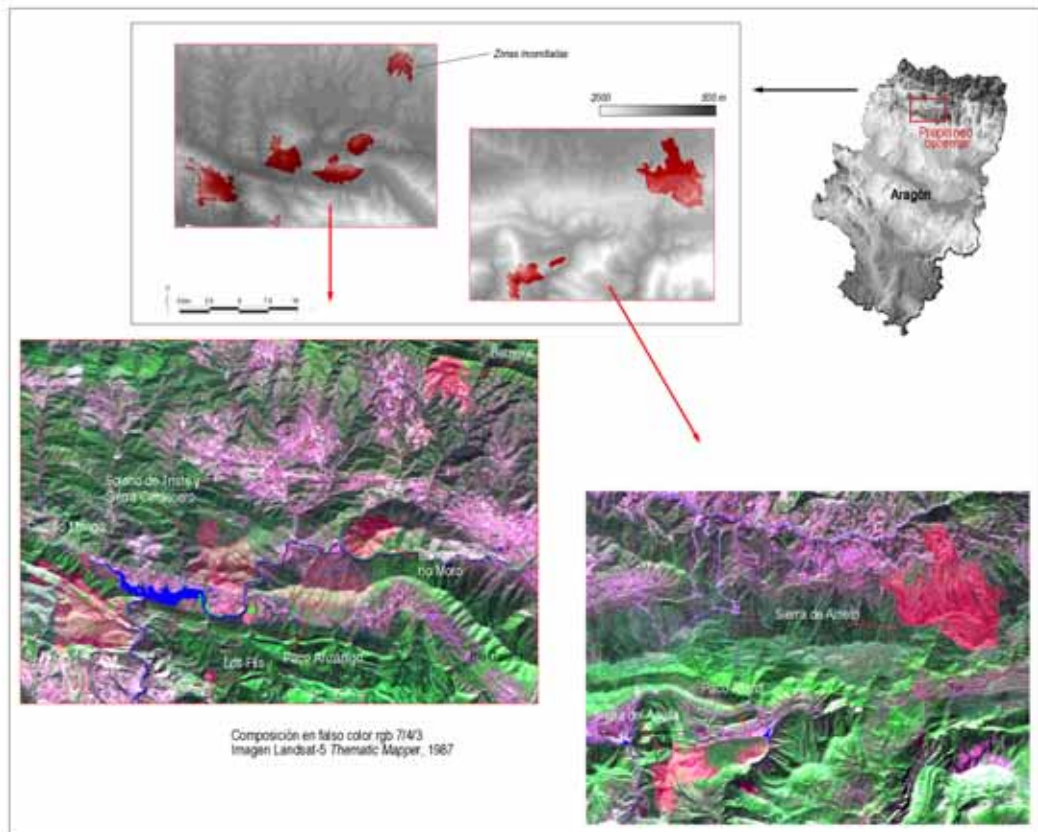


Fig. 1. Localización del área de estudio y distribución de las áreas test.

Los valores próximos a “0” expresan relaciones de dominancia inter-especies similares al sector control, y los próximos a “1” representan formaciones muy diferentes a aquellas de las que proceden. Además, mediante la aplicación de contrastes sobre la igualdad de medias, se comparan los índices en las comunidades, dos a dos, con el propósito de detectar diferencias estadísticamente

significativas entre sí. Todo el conjunto de operaciones estadísticas se ha realizado con el uso de las opciones ofrecidas por el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus for Windows 3.0 (Statistical Graphics Corp. 1994-1997).

## 2. RESULTADOS: EL ANÁLISIS POR ESTRATOS

En primer lugar, destaca el estrato (1) de las herbáceas y las leñosas inferiores a 0.5 m que ocupa el 57.77% de la superficie inventariada en las zonas quemadas -el 50.9% en los sectores control-. Es el estrato con mayor desarrollo y el de mayor diversidad florística -162 especies-. Son dominantes caméfitos y nanofanerófitos como *Buxus sempervirens* y *Genista scorpius* y un gran número de herbáceas perennes, destacando hemicriptófitos como *Brachypodium ramosum*, *Aphyllanthes monspeliensis*, etc.

El estrato subarbustivo (2) representa el 31.5% del inventario frente al 23.8% en los sectores control, sumando 36 especies, en su mayor parte leguminosas, rosáceas y buxáceas. Destacan por su extensión *Buxus sempervirens* y *Genista scorpius* (más del 30%) pero la 1ª decrece un 19,6% frente al fuerte incremento (18,7%) de *Genista scorpius*. También hay un leve incremento de algunas rosáceas -*Rubus ulmifolius* y *Rosa canina*- de *Rosmarinus officinalis*.

En el estrato arbustivo (3) se han reconocido 28 especies, ocupando el 32.2% del área inventariable -34.6% en los sectores control-. Junto a los habituales caméfitos -*Genista scorpius*, *Quercus coccifera*, *Buxus sempervirens*- y algunas rosáceas como *Rubus ulmifolius*, *Rosa canina*, *Rosa arvensis*, destacan *Pinus halepensis* y los macrofanerófitos representativos del área de estudio (*Quercus gr. cerrioides* y *Quercus rotundifoliae*). Las relaciones de dominancia entre especies están más equilibradas, aunque sigue siendo el boj con el 28.24% la especie más representativa. No obstante, las pináceas y las rosáceas suponen el 1 y el 4%, y la encina, el quejigo, la coscoja y la aliaga presentan valores comprendidos entre el 11 y el 16%. En este estrato hay mayor representación espacial de las especies arbóreas en los sectores quemados. Catorce años después del fuego, el quejigo y la encina mediante multiplicaciones vegetativas y el pino carrasco mediante germinación, han sido capaces de posicionar individuos en este estrato gracias a sus sistemas de regeneración.

En los estratos superiores (4-5), aunque en las zonas quemadas hay pies aislados de *Quercus gr. cerrioides* de casi 7 m, es el estrato arborescente (4) el que marca el techo de la vegetación regenerada, cubriendo el 5,7% de la zona inventariada. Las especies registradas se reducen en relación con los estratos inferiores, pues solo hay siete taxones: *Pinus nigra*, *Amelanchier ovalis*, *Rosa arvensis*, *Quercus rotundifoliae*, *Pinus halepensis* y *Quercus gr. cerrioides*. Con excepción del pino laricio, todas presentan valores superiores al 1% destacando el pino carrasco (25,39%) y especialmente el quejigo, con el 60,41%.

## 3. RESULTADOS: EL DIAGNÓSTICO POR COMUNIDADES VEGETALES

En las Tablas 1, 2 y 3 y en la Figura 2 se presentan los resultados que apoyan el diagnóstico por comunidades. Las formaciones que sustituyen a los **quejigares** presentan un recubrimiento acumulado cercano al 160%, con una ocupación media por estrato del 31.4%, lo que supone una disminución en 6 puntos frente a los sectores control. Los estratos arbustivo, subarbustivo y, en especial, el estrato (1) definen la estructura aunque el arbóreo está puntualmente representado (1.7%) y más significativamente el arborescente (16.1%).

Tabla 1. Porcentajes de recubrimiento por estratos.

	ESTRATOS	Sectores quemados						Sectores control						Índices	
		E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	media	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	media	IVF	IVD
P. silvestre	Med.	78.6	25.7	30.7	0.0	0.0	45.0	42.9	12.9	22.1	22.1	67.9	33.57	<b>0.32</b>	<b>0.31</b>
	Dsv.	14.9	14.6	18.8	0.0	0.0	16.1	32.9	6.4	14.7	22.5	23.2	19.94		
Encinar	Med.	40.0	26.9	28.1	1.5	0.0	24.1	40.0	17.5	36.3	35.0	0.6	25.88	<b>0.15</b>	<b>0.23</b>
	Dsv.	20.9	10.3	12.8	2.3	0.0	11.6	23.6	8.0	17.9	27.0	1.8	15.65		
Quejigar	Med.	72.2	28.9	38.3	16.1	1.7	31.4	61.7	17.8	35.0	30.6	39.7	36.93	<b>0.27</b>	<b>0.20</b>
	Dsv.	23.6	12.9	18.0	14.1	5.0	14.7	28.0	6.7	12.7	18.6	33.9	19.98		
P. halepensis	Med.	53.6	27.9	44.3	9.6	0.0	33.8	59.3	35.7	41.4	30.7	20.3	37.49	<b>0.20</b>	<b>0.23</b>
	Dsv.	9.9	11.5	21.3	20.2	0.0	15.7	21.5	15.4	21.7	19.5	19.0	19.42		
Bojedales	Med.	44.8	47.1	20.0	0.0	0.0	37.3	49.4	33.5	37.5	0.0	0.0	24.08	<b>0.23</b>	<b>0.23</b>
	Dsv.	18.8	23.5	19.6	0.0	0.0	20.6	24.7	23.8	20.9	0.0	0.0	13.87		
TOTAL	Med.	57.8	31.3	32.3	5.4	0.3		50.6	23.5	34.5	23.7	25.7			

Tabla 2. Porcentajes de recubrimiento por especies en los sectores control.

	Quej.	Enc.	Silv.	Lar.	Boj	Eriz.	Cosc.	Ros.	Tom.	Rom.	Ene.	Gen.	Car.	Mat.	Pas.
P. silvestre	0.0	0.3	2.1	0.0	19.7	6.2	0.0	7.3	0.5	0.0	0.2	22.1	0.0	0.5	41.0
Encinares	1.2	26.4	0.0	0.0	19.2	0.0	1.0	0.0	4.4	2.9	0.4	14.4	0.0	2.5	25.5
Quejigares	20.8	0.7	0.2	0.4	15.7	3.2	4.9	1.4	1.8	0.0	0.1	15.1	0.0	4.3	30.4
P. halepensis	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	28.9	0.0	1.5	0.2	0.2	12.2	10.4	16.5	26.0
Bojedales	1.5	0.0	0.2	4.2	26.3	1.1	4.1	5.0	0.5	0.0	0.2	21.9	0.0	12.5	26.6

Tabla 3. Porcentajes de recubrimiento por especies en los sectores quemados.

	Quej.	Enc.	Silv.	Lar.	Boj	Eriz.	Cosc.	Ros.	Tom.	Rom.	Ene.	Gen.	Car.	Mat.	Pas.
P. silvestre	0.0	0.1	51.8	0.0	23.5	0.1	0.0	1.0	0.1	0.0	1.1	2.2	0.0	0.6	19.6
Encinares	0.0	36.6	0.0	0.0	23.0	0.8	0.0	0.0	1.5	1.8	7.0	3.2	0.0	2.0	23.5
Quejigares	29.8	0.2	4.7	1.6	16.7	1.2	2.1	0.4	1.8	0.0	4.2	6.5	0.0	1.5	26.0
P. halepensis	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0	12.9	0.0	3.8	0.0	13.0	7.4	18.6	19.9	14.6
Bojedales	1.8	0.0	1.9	0.6	53.5	7.0	3.9	2.7	1.4	0.0	1.9	12.1	0.0	4.6	13.5

Quej.: *Quercus gr. cerrioides* Enc.: *Quercus rotundifoliae* Silv.: *Pinus sylvestris* Lar.: *Pinus nigra*  
 Boj.: *Buxus sempervirens* Eriz.: *Echinopartum horridum* Cosc.: *Quercus coccifera* Ros.: *Rosa sp.*  
 Tom.: *Thymus vulgaris* Rom.: *Rosmarinus officinalis* Ene.: *Juniperus oxycedrus* Gen.: *Genista scorpius*  
 Car.: *Pinus halepensis* Mat.: Matorrales varios Pas.: Herbáceas

En términos relativos, el subarborescente es el que más ha crecido frente a los sectores control (162.5%); mientras que el arborescente (52.7%) y el arbóreo (4%) son los menos desarrollados. El IVF es 0.27 lo que se interpreta como un nivel de cicatrización bastante significativo, vaticinando una pronta recuperación de estas comunidades a medio plazo.

La comunidad continua presidida por *Quercus gr. cerrioides* y *Buxus sempervirens*, aunque en proporciones más reducidas que en los sectores control (23% y 15%). En el estrato (2) destacan *Buxus sempervirens* y *Genista scorpius*, mientras que en el arbustivo a las anteriores hay que añadir *Quercus gr. cerrioides* y algunos fanerófitos como *Amelanchier ovalis* y *Crataegus monogyna*.

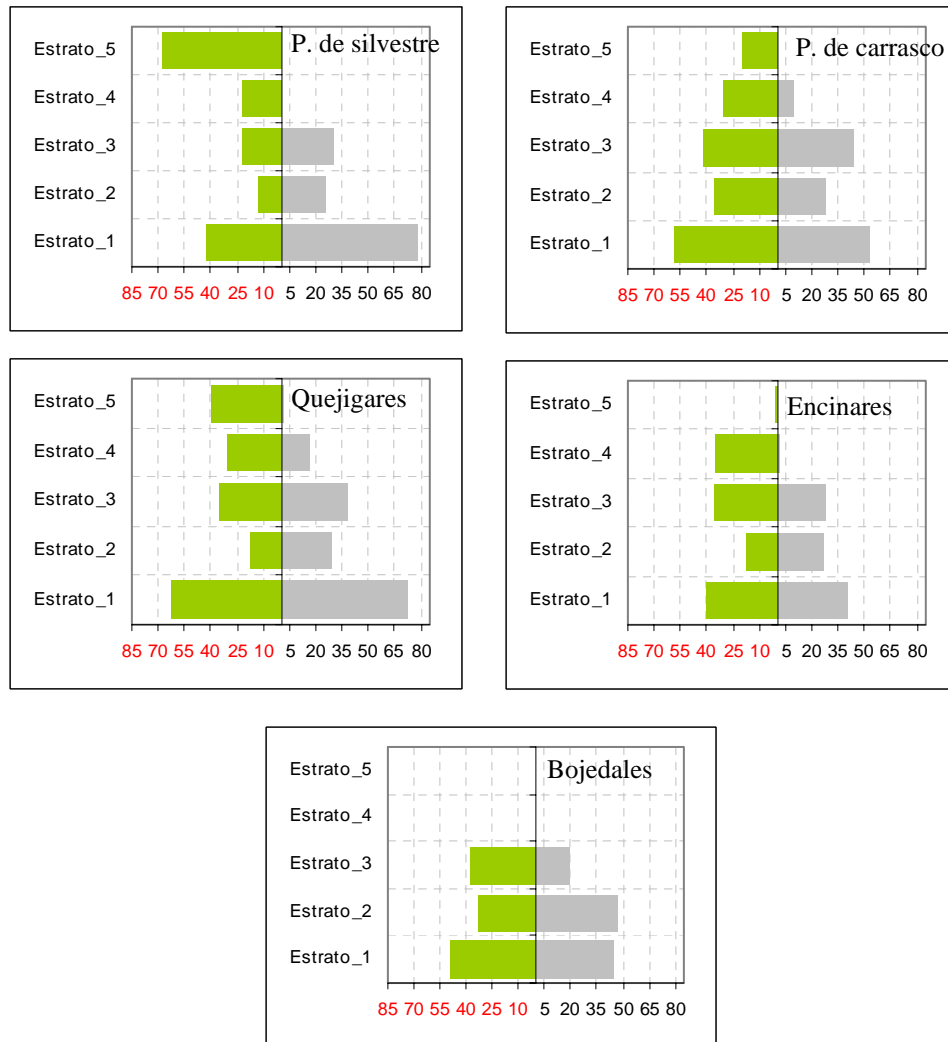


Fig. 2. Comparación de los porcentajes de recubrimientos por estrato entre los sectores control (izquierda) y quemados (derecha) por formaciones vegetales.

En términos relativos, las herbáceas siguen con gran ocupación (30.4%) y un leve incremento en relación con los sectores control (4 puntos). *Genista scorpius* se incrementa casi 9 puntos (casi triplica el espacio de los sectores control); ello evidencia cierta degradación en la comunidad y manifiesta su gran capacidad colonizadora. A pesar de la invasión de esta leguminosa, la buena recuperación de las especies representativas, *Quercus gr. cerrioides* (69.8%) y *Buxus sempervirens* (94%), mantienen, aunque parcialmente, las relaciones de dominancia, haciendo que el IVD sea relativamente bajo (0.20). En gran medida los buenos resultados de la recuperación de estas especies están relacionados con el desarrollo, durante los primeros años, de numerosos rebrotes y hojas.

Las formaciones que sustituyen a los **encinares** se organizan en torno a los estratos 1, 2 y 3 - próximos al 30%- y a la presencia testimonial del estrato arborescente. En términos generales el recubrimiento se aproxima al 96,5%, aunque los valores concretos de los sectores varían notablemente entre 140% y el 60%.

El IVF es ligeramente inferior al de los quejigares (0.23) debido al menor grado de madurez de las formaciones afectadas y a la buena recuperación de los estratos inferiores, arbustivo y arborescente, aunque este último en menor medida (4.3% recuperado). Hay un menor posicionamiento de individuos -encinas- en los estratos superiores, lo que parece estar relacionado con el menor porte de la mayor parte de las encinas afectadas.

La composición florística sigue presidida por *Quercus rotundifoliae*, *Buxus sempervirens*, *Genista scorpius* y el cortejo herbáceas de este ámbito fitosociológico. Los estratos 2 y 3 están dominados por los renuevos y vástagos de boj, aliaga y encina. La encina también monopoliza el arborescente debido los abundantes brotes de raíz y cepa. A los buenos niveles de recuperación de la encina y el boj (72.2% y 83.7%) hay que añadir la invasión de *Genista scorpius* con una recuperación del 449.7% lo que hace que el IVD sea algo superior al del quejigar (0.23).

Las formaciones que sustituyen a los **pinos de silvestre** presentan un desarrollado estrato (1) (>75%), acompañado puntualmente por caméfitos y microfanerófitos (*Buxus sempervirens*, *Rosa sp.*) con alturas entre los 3 y los 0.5 m. Las especies de menos de 3 m han experimentando incrementos superiores al 130% mientras que los estratos arborescente y el arbóreo no aparecen representados. Esta asimetría tan acusada entre las formaciones originales y las sustitutas (IVF = 0.31) se relaciona con la inexistencia en las formaciones pre-incendio de un sotobosque submediterráneo capaz de recomponerse por brotación con celeridad y con los problemas de germinación de *Pinus sylvestris*. En consecuencia, la escasez de arbustos y la desaparición del efecto inhibitor del pino sobre la germinación de otras especies -aumento de la iluminación, finalización de la emisión de compuestos y toxinas orgánicas-, ha facilitado la fructificación de los bancos de semillas persistentes y del entorno. Estas nuevas condiciones micro-ambientales han precipitado el crecimiento acelerado de una serie de especies -herbáceas perennes- capaces de maximizar la obtención de nutrientes tras el incendio (*Helictotrichon cantabricum*, *Brachypodium pinnatum*) y de taxones especializados en la colonización de espacios del piso montano como *Echinospartum horridum* que, al mismo tiempo, inhibe el crecimiento de las plántulas de arbustos y árboles.

Desde el punto de vista de las relaciones de dominancia las variaciones son todavía más acusadas (IVD = 0.31). A ello contribuye la baja tasa de crecimiento de *Pinus sylvestris* por la ausencia de termodehiscencia de sus frutos y a la escasa viabilidad de sus semillas -escasamente 4 años si no están en lugares adecuados (Tapias y Gil, 2000)-.

El espacio del pino es ocupado por herbáceas -competidoras tolerantes a restricciones- de los géneros *Brachypodium*, *Bromus*, *Festuca*, *Helictotrichon*, etc. con gran capacidad de propagación vegetativa por medio de rizomas o por macollas; por plantas rastreras, como *Fragaria vesca*, *Hieracium pilosella*, asociadas a hábitats pedregosos y rocosos; y por ruderales competitivas y tolerantes a la restricciones como *Galium aparine*, *Ranunculus repens*, *Primula veris*, etc.

Junto a ellas, *Buxus sempervirens*, *Echinospartum horridum* y *Genista scorpius* también ocupan buena parte de este estrato en los ambientes con carácter más montano, aunque es en los estratos arbustivo y subarbustivo, conviviendo con diferentes rosáceas y especies pertenecientes al género *Rubus*, donde realmente ejercen su dominio. Sólo el boj constituye la mitad de las especies

de los estratos 2 y 3 (45% y el 52% respectivamente), mientras que la aliaga supone el 12% del estrato 3 y el 33% del estrato subarbusivo.

En lo que respecta a los **pinares de pino carrasco**, las formaciones que los sustituyen muestran un recubrimiento acumulado superior al 135% y una ocupación media por estrato del 33.8%, lo que supone una disminución de sólo 4 puntos (Tabla 3). Todos los estratos excepto el arbóreo aparecen representados. Sin embargo, destaca el estrato inferior y el arbustivo (53.6% y 44.3%) respecto a la poca entidad del arbóreo y el arbustivo. No obstante, el posicionamiento de individuos en este último, apunta una buena recuperación ( $IVF = 0.20$ ).

La composición florística de los sectores quemados está presidida por el *Pinus halepensis* (14,6%), *Genista scorpius* (15%) y *Quercus coccifera* (30,8%), que junto a las herbáceas son las especies dominantes. Las especies que han variado más son *Quercus coccifera* que se duplica, *Genista scorpius* y el conjunto de herbáceas y gramíneas. Aunque *Pinus halepensis* decrece más del 50%, mantiene un porcentaje relevante que se maximiza al representar con exclusividad al estrato 4, gracias a su portentoso sistema estratégico de adaptación activa al fuego basado en la serotinidad y persistencia de sus piñas termodehiscentes ( $IVD=0.23$ ). Por su parte, *Juniperus* sp. debido a la lentitud y dificultad de su germinación apenas aparece en las formaciones de sustitución. Un fenómeno parecido ha sido observado por otros autores (Papió, 1988).

Las formaciones que sustituyen a los **matorrales de boj** se estructuran en torno a los estratos 1 y 2 (44.8 y 47.1%), acompañados mayoritariamente por un estrato arbustivo (20%). El recubrimiento acumulado está en torno al 100 % alcanzando la superficie descubierta el 26 %, casi el tripe de los sectores control. La importancia relativa del boj es muy similar en los tres estratos que conforman las comunidades que sustituyen a los bojedaes quemados. Estos últimos, como se ha visto más arriba presentan grandes diferencias; la abundancia de las especies es una función negativa de la talla que presente.

Por último, en atención al IVD se han detectado diferencias estadísticamente significativas entre cualquiera de las comunidades en relación con los pinares de silvestre ( $P = 0.0025$ ) (Fig. 3). En cuanto al índice de variación fisionómica, la mayor madurez y estructuración de los pinares de silvestre y de los quejigares contrastan ostensiblemente con el resto de comunidades, en especial con los encinares que son los que menos diferencias computan ( $P = 0.0056$ ) (Fig. 4).

#### 4. CONCLUSIONES

Como principales conclusiones, en la misma línea que resultados obtenidos en otros trabajos en comunidades mediterráneas (Trabaud, 2002), se pueden destacar los siguientes aspectos. Las diferencias entre comunidades dependen de las diferentes formas de restablecimiento de las especies que lo integran. Se detecta un descenso generalizado en los niveles de recubrimiento vegetal -porcentajes acumulados por estratos- y un desarrollo desproporcionado de los estratos inferiores, muestras evidentes del todavía inconcluso proceso de reconstrucción y del menor grado de evolución de las formaciones postincendio. Por otro lado, se evidencia gran similitud, en general, en la composición florística de los espacios contrastados, lo que se relaciona con la elevada resiliencia de las comunidades afectadas. Sin embargo, en algunos estratos se advierte cierto enriquecimiento florístico e importantes variaciones en el reparto de las especies principales, que se asocia a las nuevas relaciones de competencia que se establecen por el espacio, como consecuencia de la transformación micro-ambiental del paso del fuego (luminosidad-nutrientes-actividad erosiva).



También se constatan diferencias en la respuesta de las comunidades. Los bosques subesclerófilos de *Quercus rotundifoliae* y *Quercus gr. cerrioides* presentan una mayor capacidad de cicatrización que los dominados por coníferas, especialmente si son comunidades de sustitución o repobladas. Por otra parte, las comunidades más degradadas, -formaciones arbustivas y subarbustivas submediterráneas presididas por *Buxus sempervirens* o *Quercus coccifera*- detentan una mayor facilidad para su reinstalación y reconstrucción tras el fuego como consecuencia de la menor energía que demandan; sin embargo, las comunidades resultantes manifiestan los signos de degradación edafo-vegetal más acusados. No obstante, tan sólo se han detectado diferencias estadísticamente significativas cuando interviene la unidad pinares de silvestre. Por tanto, se constata la distinta naturaleza de la respuesta de los sistemas dominados por el pino silvestre y el resto de unidades submediterráneas y mediterráneas dominadas por especies muy resilientes.

## Agradecimientos

Este trabajo se ha llevado a cabo en el marco de los proyectos AGL2000-0842-C04-04 y REN2002-00133.

## Bibliografía

- Badía, D.; Martíl, C.; Royes, E.; Galindo, S. 1995. Influencia del fuego en la sucesión vegetal de un coscojar en el noreste de España. *Historia Natural*, 93: 83-93.
- Bertrand; G. 1966. Pour une etude géographie de la végétation. *Rev. Geogr. Des Pyr. Et du Sud. Ouest.*, 37: 129-243.
- Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Blume, Madrid. 820 p.
- Braun-Blanquet, J., de Bolós, O. 1957. Les groupements vegetaux du Bassin de l'Ebre et leur dynamisme. *Ann. Est. Exp. Aula Dei*, 5 (1-4), 266 p.
- Gordon, M. y Poissonet, J. 1973. Quatre thèmes complémentaires pour la cartographie de la végétation et du milieu. *Bull. Soc. Lang. de Géographie*.
- Hanes, T.J. 1971. Succession after fire in the chaparral o southern California. *Ecol. Monogr.*, 41: 27-52.
- Jarvis, P.G. y Jarvis, M.S. 1964. Growth rates of woody plants. *Physiologia Pl.* 17: 654-666.
- May, T. 1991. Observaciones y reflexiones sobre el comportamiento tras fuego de algunas especies de la zona mediterráneas de Andalucía Oriental. *Ecología*, 5: 125-134. ICONA, Madrid.
- Naveh, Z. 1990. Fire in the Mediterranean - A landscape ecological perspective. En: *Fire in ecosystem dynamics* (Goldammer, J. G.; Jenkins, M. J. Ed.). SPB Academic Publishing, The Haghe, 1-20.
- Papió, C. 1988. Respuesta al fuego de las principales especies de la vegetación de Garraf (Barcelona). *Orsis*, 3:87-103.
- Papió, C. 1994. *Ecología del foc i regeneració en garrigues i pinedes mediterrànies*. Insitut d'Estudis Catalans. ASC VIII.
- Pérez-Cabello, F. 2002. *Paisajes forestales y fuego en el Prepirineo oscense: un modelo regional de reconstrucción ambiental*. Serie Investigación, 33. Consejo de Protección de la naturaleza en Aragón, D.G.A. Zaragoza. 360 p.
- Tapias y Gil 2000. Adaptación reproductiva de las especies forestales ante el fuego, en Vélez, R. (coord.): *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias*. McGraw-Hill, Madrid.
- Tárrega, R.; Luis-Calabuig, E. 1987. Effects of fire on structure, dynamics and regeneration of *Quercus pyrenaica* ecosystems. *Ecologia Mediterranea*, XIII (4): 79-86.

- Tárrega, R.; Luis-Calabuig, E. 1989. Análisis temporal durante tres años consecutivos de las primeras fases de regeneración post-fuego en robledales de la provincia de León. *Studia Ecologica*, 6: 205-216. Salamanca.
- Trabaud, L. 1990. Fire resistance of *Quercus coccifera* L. Garrigue. En: *Proceeding of the Third International Symposium on Fire Ecology* (Goldammer, J. G.; Jenkins, M.J. ed.). SPB Academic Publishing, The Haghe, 21-32.
- Trabaud, L. y Valina, J. 1998. Importance of tree size in *Pinus halepensis* FIRE survival. En: *Fire Management and Landscape Ecology* (Trabaud, L. ed.). International Association of Wildland Fire. 189-196.
- Trabaud, L. 2002. Post-fire vegetation recovery and dynamics in the Mediterranean area, En: *Fire, Landscape and biodiversity: An appraisal of the effects and effectiveness. Lectures from de 3rd International Summer School on the Environmet* (Pardini, G. y Pintó, J. eds.). Diversitas [29]. Universitat de Girona. Institut de Medi Ambient. Girona, 39-56.
- Vera de la Fuente, M.L. 1994. Regeneración de un -aulagar- con *Ulex europaeus* después de un incendio en el norte de España. *Pirineos*, 143-144: 87-98. Jaca.